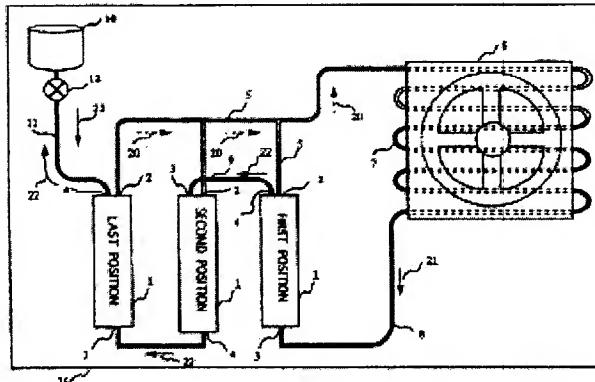


**Vaporizer for heat transfer pipes comprises a reservoir for the working fluid, a liquid supply opening, a vapor exhaust opening and a fluid exhaust opening****Publication number:** DE19941398**Publication date:** 2000-08-31**Inventor:** KOBAYASHI TAKASHI (JP); OGUSHI TETSURO (JP); TSUJIMORI ATSUSHI (JP); KAMOYA YOSHIHIRO (JP)**Applicant:** MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)**Classification:****- international:** B01D3/00; F25B23/00; F28D15/02; B01D3/00; F25B23/00; F28D15/02; (IPC1-7); F25B41/00; B01D1/00; F25B39/02**- european:** B01D3/00D; F25B23/00C; F28D15/02M**Application number:** DE19991041398 19990831**Priority number(s):** JP19990040956 19990219**Also published as:** US6840304 (B1)  
 JP2000241089 (A)[Report a data error here](#)**Abstract of DE19941398**

Vaporizer (1) comprises a reservoir (10) for the working fluid in the liquid phase; a liquid supply opening (3) to make the working fluid accessible to the fluid reservoir; a vapor exhaust opening (2) for the working fluid; and a fluid exhaust opening (4) for the working fluid in the liquid phase.



---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND  
  
DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**  
(10) **DE 199 41 398 A 1**

(5) Int. Cl. 7:  
**F 25 B 41/00**  
F 25 B 39/02  
B 01 D 1/00

(21) Aktenzeichen: 199 41 398.3  
(22) Anmeldetag: 31. 8. 1999  
(23) Offenlegungstag: 31. 8. 2000

DE 199 41 398 A 1

(30) Unionspriorität:  
11-040956 19. 02. 1999 JP  
(71) Anmelder:  
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP  
(74) Vertreter:  
PFENNING MEINIG & PARTNER GbR, 80336 München

(72) Erfinder:  
Kobayashi, Takashi, Tokio/Tokyo, JP; Ogushi, Tetsuro, Tokio/Tokyo, JP; Tsujimori, Atsushi, Tokio/Tokyo, JP; Kamoya, Yoshihiro, Tokio/Tokyo, JP

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verdampfer, Wärmeabsorber, Wärmetransportsystem und Wärmetransportverfahren

(57) Das herkömmliche Wärmeübertragungssystem hat den Nachteil, daß die Anordnung komplex, groß, schwergewichtig und teuer ist. Bei der vorliegenden Erfindung sind eine Vielzahl von Verdampfern in Serie über eine Flüssigkeitsfließleitung verbunden, wobei der Verdampfer in der ersten Stellung mit dem Kondensator über die Flüssigkeitsversorgungsleitung verbunden ist, und der Verdampfer in der letzten Position mit den Reservoirbehältern zur Einstellung der Flüssigkeitsmenge verbunden ist. Der Meßsensor für Flüssigkeitsmengen ist so angeordnet, daß er die Menge der Flüssigkeit in dem Flüssigkeitsreservoir des Verdampfers mißt. Auf der Grundlage des gemessenen Ergebnisses des Meßsensors für Flüssigkeitsmengen wird das Steuerventil so betrieben, daß es die Flüssigkeit, die in den Reservoirbehältern aufgenommen ist, an jeden Verdampfer gibt.

DE 199 41 398 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Verdampfer, einen Wärmeabsorber und ein Wärmetransportsystem.

Wärmetransportsysteme, wie beispielsweise CPL (kapillargepumpte Schleife) und LHP (geschleiftes Wärmeübertragungsrohr) werden allgemein in verschiedenen Anwendungen wie Raumflugkörpern, industriellen Maschinenausrüstungen und Haushaltsgeräten angewandt.

Da ein Verdampfer dieser Wärmetransportsysteme eine sehr enge und dünne Struktur aufweist, ist eine Mehrfach-Verbindung von Verdampfern erforderlich, um einen breiten Bereich einer Wärmeerzeugungsfläche oder verteilte Wärmeerzeugungsflächen abzudecken. Diesbezüglich wurde bisher eine parallele Verbindung von CPL-Verdampfern, wie in Fig. 11 gezeigt, vorgenommen.

Die parallele Verbindung hat jedoch die Nachteile, daß 1) die Arbeitsflüssigkeit in der Flüssigphase in jedem Verdampfer rasch austrocknet, da es schwierig ist, eine Flüssigkeitsversorgung zu jedem Verdampfer auszugleichen und 2) die Drucksteuerung innerhalb einer Schleife schwierig ist.

Daher wird ein herkömmliches System durch eine externe Pumpe unterstützt, um die Flüssigkeitsversorgung auszugleichen, und durch einen zusätzlichen Flüssigkeitsreservoirbehälter mit einem Wärmezeuger, um den Flüssigkeitsdruck anzupassen. Derartige zusätzliche Komponenten bewirken jedoch eine komplizierte, große und schwergewichtige Konfiguration und hohe Herstellungskosten.

Es folgt die Beschreibung der mit Ziffern versehenen Komponenten:

Ein Verdampfer 1 zum Empfang von Wärme, die durch eine Wärmeerzeugungseinheit (nicht dargestellt) erzeugt wird, eine Dampfleitung 5, in der Flüssigkeit fließt, die in dem Verdampfer 1 verdampft wurde (im folgenden "Dampf" genannt), ein Kondensator 7, um die Wärme abzugeben, eine Flüssigkeitsversorgungsleitung 8, in der Arbeitsflüssigkeit, die in dem Kondensator 7 kondensiert wurde (im folgenden auch "Flüssigkeit" genannt) fließt, ein Pfeil 20, der eine Richtung des Dampfusses in der Dampfleitung 5 anzeigt, einen Pfeil 21, der eine Richtung des Flüssigkeitsusses anzeigt, eine Platte 26, die die Wärmeerzeugungseinheit aufnimmt, ein zusätzliches Flüssigkeitsreservoir 41, einen Wärmezeuger 42, ein Umgehungsventil 43 und eine Pumpe 44.

Innerhalb einer Schleife, die durch die Dampfleitung 5, den Verflüssiger 7 und die Flüssigkeitsversorgungsleitung 8 gebildet wird, zeigt ein nicht gefärbter Bereich die Dampfuisse und ein schwarzer Bereich zeigt die Flüssigkeitsuisse.

Als nächstes wird eine Funktion des herkömmlichen Wärmetransportsystems erklärt.

Der Verdampfer 1 enthält einen porös strukturierten Docht (Geflecht) auf seiner inneren Wandfläche. Die flüssigphasige Arbeitsflüssigkeit in dem Verdampfer 1 durchdringt das Geflecht aufgrund des Effektes der Kapillarkraft des Dochtes.

Die Wärme von der Wärmeerzeugungseinheit verdampft die Flüssigkeit, die den Dicot (das Geflecht) durchdringt und der Dampf bewegt sich von dem Verdampfer 1 zu der Dampfleitung 5. Der Dampf wird bald abgekühlt und in dem Kondensator 7 verflüssigt. Die Flüssigkeit, die in dem Kondensator 7 kondensiert wurde, kehrt über die Flüssigkeitsversorgungsleitung 8 und das Umgehungsventil 43 zu dem Verdampfer 1 zurück.

Die Flüssigkeit kehrt zu dem Verdampfer 1 mittels der Kapillarkraft des Dochtes zurück, die Kapillarkraft des Dochtes ist jedoch begrenzt. Wenn die Menge an Wärme,

die in dem System erzeugt wird, zunimmt oder mit anderen Worten, wenn ein Heizwert hoch wird, kann die Kapillarkraft des Dochtes nicht selbst die Flüssigkeit zu dem Verdampfer 1 zurückbringen. Folglich hört die Flüssigkeitsversorgung zu jedem Flüssigkeitsreservoir in dem Verdampfer 1 auf und das Flüssigkeitsreservoir 1 trocknet aus.

Um dieses Problem zu vermeiden, verwendet das herkömmliche System eine externe Pumpe 44, um die Kapillarkraft des Dochtes zu unterstützen.

10 In diesem Falle wird das Umgehungsventil 43 geschlossen, um die Flüssigkeit in den Kanal fließen zu lassen, in dem die Pumpe sich befindet. Eine gewisse Menge an Flüssigkeit geht jedoch zu dem Umgehungsventil 43 und bleibt bei dem Umgehungsventil 43 stehend, weshalb sich die Verteilung der Flüssigkeit in dem System ändert.

Zusätzlich verwendet das herkömmliche System das zusätzliche Flüssigkeitsreservoir 41 mit Heizelement 42, um eine entsprechende Flüssigkeitsversorgung zu jedem Verdampfer 1 zu sichern.

20 Das Heizelement 42 erhöht die Temperatur in dem zusätzlichen Flüssigkeitsreservoir 41, um den Druck in dem zusätzlichen Flüssigkeitsreservoir 41 zu erhöhen. Dieser erhöhte Druck ermöglicht es der Flüssigkeit in dem zusätzlichen Flüssigkeitsreservoir auszufließen. Wie oben erwähnt, muß der Aufbau des Systems kompliziert und groß sein, da die parallele Verbindung der Verdampfer 1 die Pumpe und andere Vorrichtungen benötigt.

Der Grund, warum die Pumpen und andere Bestandteile benötigt werden, besteht darin, daß die Kapillarkraft des Geflechtes (Dochtes) selbst ungenügend ist.

FLHP (flexibles geschleiftes Wärmeübertragungsrohr) besitzt eine höhere maximale Wärmetransportfähigkeit und eine größere Transportentfernung als die herkömmlichen Wärmevorrichtungen der CLP oder eines festen Wärmeübertragungsrohrs, folglich wird FLHP als eine vielversprechende Wärmetransportvorrichtung für Weltraumsatelliten, Elektronik, usw. betrachtet.

35 Da ein Verdampfer 1 eines FLHP ebenfalls eine schmale Form wie andere Wärmeübertragungsvorrichtungen besitzt, ist eine Mehrfachverbindung von FLHP-Verdampfern 1 erforderlich im Falle der Abdeckung eines großen Bereiches der Wärmeerzeugungsfläche oder von verteilten Wärmeerzeugungsbereichen.

40 Die Mehrfachverbindung von FLHP-Verdampfern 1 wurde jedoch noch niemals veröffentlicht. Folglich besteht der Wunsch nach einem Mehrfachverbindungsverfahren, das auf FLHP angewandt wird.

Wie oben beschrieben, besitzt die parallele Verbindung der Verdampfer den Nachteil, daß der Aufbau komplex, 50 groß, schwergewichtig und teuer ist.

55 Daher beabsichtigt die vorliegende Erfindung, derartige Nachteile zu lösen und einen Verdampfer, einen Wärmeabsorber und ein Wärmeübertragungssystem mit einfacher, kleiner, leichtgewichtiger und kostengünstiger Struktur zur Verfügung zu stellen.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung weist ein Verdampfer zum Empfang von Wärme, die in einer Wärmeerzeugungseinheit erzeugt wurde, auf:

- 60 a) ein Flüssigkeitsreservoir zur Aufnahme von Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase;
- b) eine Flüssigkeitsversorgungsöffnung, um Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase dem Flüssigkeitsreservoir zur Verfügung zu stellen;
- c) eine Dampfausstoßöffnung zum Ausstoßen von Arbeitsflüssigkeit, die in dem Verdampfer verdampft wurde, aus dem Verdampfer; und
- d) eine Flüssigkeitsausstoßöffnung zum Ausstoßen

von Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in dem Flüssigkeitsreservoir enthalten ist, aus dem Verdampfer.

Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung umfaßt ein Wärmeübertragungssystem einen Verdampfer zum Empfang von Wärme, die in einer Wärmeerzeugungseinheit erzeugt wurde, und der Verdampfer enthält:

- a) ein Flüssigkeitsreservoir zur Aufnahme einer Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase;
- b) eine Flüssigkeitsversorgungsöffnung, um das Flüssigkeitsreservoir mit Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase zu versorgen;
- c) eine Dampfausstoßöffnung zum Ausstoßen von Arbeitsflüssigkeit, die in dem Verdampfer verdampft wurde, aus dem Verdampfer; und
- d) eine Flüssigkeitsausstoßöffnung zum Ausstoßen von Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in dem Flüssigkeitsreservoir enthalten ist, aus dem Verdampfer.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung umfaßt das Wärmeübertragungssystem weiterhin einen Reservoirbehälter zum Einstellen (Anpassen) der Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase und die Flüssigkeitsausstoßöffnung ist mit dem Reservoirbehälter verbunden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung umfaßt das Wärmeübertragungssystem:

- a) einen Meßsensor für Flüssigkeitsmengen zum Bestimmen einer Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in dem Flüssigkeitsreservoir enthalten ist; und
- b) eine Steuervorrichtung für Flüssigkeitsmengen zur Steuerung der Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in dem Flüssigkeitsreservoir enthalten ist, unter Verwendung des Reservoirbehälters aufgrund von gemessenen Daten des Meßsensors für Flüssigkeitsmengen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist der Meßsensor für Flüssigkeitsmengen ein Temperatursensor oder ein Drucksensor.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung umfaßt ein Wärmeabsorber eine Vielzahl von Verdampfern, die in Reihe in verschiedenen Positionen verbunden sind, um Wärme zu empfangen, die durch Wärmeerzeugungseinheiten erzeugt wird und jeder Verdampfer umfaßt:

- a) ein Flüssigkeitsreservoir zur Aufnahme von Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase;
- b) eine Flüssigkeitsversorgungsöffnung, um das Flüssigkeitsreservoir mit Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase zu versorgen;
- c) eine Dampfausstoßöffnung, um Arbeitsflüssigkeit, die in dem Verdampfer verdampft wurde, aus dem Verdampfer auszustoßen; und
- d) eine Flüssigkeitsausstoßöffnung, um Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in dem Flüssigkeitsreservoir enthalten ist, aus dem Verdampfer auszustoßen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Flüssigkeitsausstoßöffnung des Verdampfers, mit der Ausnahme des Verdampfers in der letzten Position, mit der Flüssigkeitsversorgungsöffnung des Verdampfers der nächsten Position verbunden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung umfaßt der Wärmeabsorber weiterhin einen Reservoirbehälter, um die Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase einzustellen, und die Flüssigkeitsausstoßöffnung des Verdampfers in der letzten Position ist mit dem Reservoirbehälter verbunden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Kapazität des Flüssigkeitsreservoirs des Verdampfers in der letzten Position größer als die Kapazität des Flüssigkeitsreservoirs des Verdampfers in den anderen Positionen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung umfaßt der Wärmeabsorber:

- a) einen Meßsensor für Flüssigkeitsmenge, um eine Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase zu bestimmen, die in den Flüssigkeitsreservoirs eines Verdampfers aus der Vielzahl von Verdampfern enthalten ist; und
- b) eine Steuervorrichtung für Flüssigkeitsmengen zur Steuerung der Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in dem Flüssigkeitsreservoir jedes Verdampfers enthalten ist, unter Verwendung des Reservoirbehälters auf der Grundlage von gemessenen Daten des Meßsensors für Flüssigkeitsmengen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung bestimmt der Meßsensor für Flüssigkeitsmengen die Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in dem Flüssigkeitsreservoir lediglich des Verdampfers in der letzten Position enthalten ist, und die Steuervorrichtung für Flüssigkeitsmengen steuert unter Verwendung des Reservoirbehälters die Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in dem Flüssigkeitsreservoir jedes Verdampfers enthalten ist, auf der Grundlage eines einzelnen gemessenen Wertes (Datums) des Meßsensors für Flüssigkeitsmengen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung bestimmt der Meßsensor für Flüssigkeitsmengen die Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in den Flüssigkeitsreservoirs der Vielzahl von Verdampfern in der Vielzahl von Positionen enthalten ist, und die Steuervorrichtung für Flüssigkeitsmengen steuert unter Verwendung des Reservoirbehälters die Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in dem Flüssigkeitsreservoir jedes Verdampfers enthalten ist, auf der Grundlage einer Vielzahl von gemessenen Daten des Meßsensors für Flüssigkeitsmengen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung weist der Reservoirbehälter eine Vielzahl von Behältern mit unterschiedlicher Kapazitätsgröße auf und die Steuervorrichtung für Flüssigkeitsmengen steuert unter Verwendung eines Behälters aus der Vielzahl von Behältern die Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in dem Flüssigkeitsreservoir jedes Verdampfers enthalten ist, auf der Grundlage von gemessenen Daten des Meßsensors für Flüssigkeitsmengen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung umfaßt ein Wärmeübertragungssystem eine Vielzahl von Verdampfern, die in Reihe in verschiedenen Positionen miteinander verbunden sind, zum Empfang von Wärme, die in Wärmeerzeugungseinheiten erzeugt wurde, und einen Kondensator zum Zurückweisen (Abheben) von Wärme, wobei jeder Verdampfer umfaßt:

- a) ein Flüssigkeitsreservoir zur Aufnahme von Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase;
- b) eine Flüssigkeitsversorgungsöffnung zur Versorgung des Flüssigkeitsreservoirs mit Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase;

- c) eine Dampfausstoßöffnung zum Ausstoßen von Arbeitsflüssigkeit, die in dem Verdampfer verdampft wurde, aus dem Verdampfer; und
- d) eine Flüssigkeitsausstoßöffnung zum Ausstoß von Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in dem Flüssigkeitsreservoir enthalten ist, aus dem Verdampfer.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung umfaßt das Wärmeübertragungssystem weiterhin einen Reservoirbehälter zur Einstellung der Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase und die Flüssigkeitsausstoßöffnung des Verdampfers in der letzten Position ist mit dem Reservoirbehälter verbunden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung umfaßt das Wärmeübertragungssystem:

- a) einen Meßsensor für Flüssigkeitsmengen zur Messung einer Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, wie in dem Flüssigkeitsreservoir eines Verdampfers aus der Vielzahl von Verdampfern enthalten ist; und
- b) eine Steuervorrichtung für Flüssigkeitsmengen zur Steuerung unter Verwendung des Reservoirbehälters der Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in dem Flüssigkeitsreservoir jedes Verdampfers enthalten ist, auf der Grundlage von gemessenen Daten des Meßsensors für Flüssigkeitsmengen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung umfaßt jeder Verdampfer weiterhin eine Dampfleitung, um Dampf, der in jedem Verdampfer verdampft wurde, an den Kondensator (Verflüssiger) zu geben und eine Dampfleitung trifft sich mit der anderen Dampfleitung unter einem spitzen Winkel.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung umfaßt jeder Verdampfer weiterhin eine Dampfleitung, um Dampf, der in jedem Verdampfer verdampft wurde, an den Kondensator zu geben und die Bohrungsgröße der Dampfleitung wird vergrößert, wenn eine Dampfleitung die anderen Dampfleitungen trifft.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung umfaßt ein Wärmeübertragungsverfahren unter Verwendung eines Verdampfers zum Empfang von Wärme, die in einer Wärmeerzeugungseinheit erzeugt wurde, die Schritte:

- a) Zurverfügungstellen von Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase für den Verdampfer;
- b) Aufnahme von Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die dem Verdampfer in dem Schritt des Zurverfügungstellens zur Verfügung gestellt wurde, in den Verdampfer;
- c) Ausstoß von Arbeitsflüssigkeit, die in dem Verdampfer verdampft wurde, aus dem Verdampfer; und
- d) Ausstoß von Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die dem Verdampfer in dem Schritt des Zurverfügungstellens zur Verfügung gestellt und in dem Schritt der Aufnahme in den Verdampfer aufgenommen wurde, aus dem Verdampfer.

Der weitere Umfang der Anwendbarkeit der vorliegenden Erfindung wird aus der im folgenden gegebenen genauen Beschreibung deutlich werden. Es sollte jedoch deutlich sein, daß die genaue Beschreibung und die besonderen Beispiele lediglich zur Erläuterung gegeben werden, auch wenn sie bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung darstellen, da verschiedene Änderungen und Modifikationen innerhalb des Geistes und dem Umfang der Erfindung für den

Fachmann aus dieser genauen Beschreibung deutlich werden.

#### Kurze Beschreibung der Figuren

5 Die vorliegende Erfindung wird besser verstanden werden aus der genauen Beschreibung, die im folgenden gegeben wird und aus den begleitenden Figuren, die lediglich zur Erläuterung gegeben werden und folglich die vorliegende 10 Erfindung nicht beschränken und wobei:

**Fig. 1** eine Konfiguration des Wärmeübertragungssystems der vorliegenden Erfindung zeigt.

**Fig. 2** eine perspektivische Ansicht des Wärmeübertragungssystems der vorliegenden Erfindung zeigt.

15 **Fig. 3** eine Struktur eines Verdampfers der vorliegenden Erfindung zeigt.

**Fig. 4** eine Konfiguration des Wärmeübertragungssystems der vorliegenden Erfindung zeigt.

20 **Fig. 5** ein Verbindungsmauster der Verdampfer 1 der vorliegenden Erfindung zeigt.

**Fig. 6** ein Flußdiagramm des Wärmeübertragungsverfahrens der vorliegenden Erfindung zeigt.

**Fig. 7A** ein herkömmliches Querstromventil zeigt.

25 **Fig. 7B** ein Dampfverbindungsventil der vorliegenden Erfindung zeigt.

**Fig. 8A** eine ebene Ansicht eines Motors unter Verwendung des Wärmeübertragungssystems der vorliegenden Erfindung zeigt.

30 **Fig. 8B** eine ebene Ansicht eines Motors unter Verwendung des Wärmeübertragungssystems der vorliegenden Erfindung zeigt.

**Fig. 9A** eine ebene Ansicht eines künstlichen Satelliten unter Verwendung des Wärmeübertragungssystems der vorliegenden Erfindung zeigt.

35 **Fig. 9B** eine ebene Ansicht eines künstlichen Satelliten unter Verwendung des Wärmeübertragungssystems der vorliegenden Erfindung zeigt.

**Fig. 10** eine ebene Ansicht eines Computers unter Verwendung des Wärmeübertragungssystems der vorliegenden Erfindung zeigt.

40 **Fig. 11** eine Anordnung des herkömmlichen Wärmeübertragungssystems zeigt.

45 Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezug auf die begleitenden Figuren beschrieben werden.

Die folgenden Ausführungsformen beziehen sich auf Systeme, die FLHP als eines der Beispiele verwenden, es ist jedoch auch möglich, andere Wärmeübertragungsvorrichtungen wie beispielsweise CPL zu verwenden.

#### Ausführungsform 1

55 **Fig. 1** ist eine schematische Ansicht des Wärmeübertragungssystems der vorliegenden Erfindung. **Fig. 2** ist eine perspektivische Ansicht des Systems. Die Bestandteile 1, 5, 7, 8, 20, 21 und 22 in **Fig. 1** sind dieselben wie diejenigen in **Fig. 11**.

Es folgt die Beschreibung der mit Nummern versehenen Bestandteile in **Fig. 1** und **2**:

60 Eine Dampfausstoßöffnung 2 zum Ausstoßen der verdampften Arbeitsflüssigkeit (im folgenden "Dampf" genannt) aus dem Verdampfer, eine Flüssigkeitsversorgungsöffnung 3 zur Versorgung des Verdampfers 1 mit Flüssigkeit, eine Flüssigkeitsausstoßöffnung 4 zum Ausstoß von Flüssigkeit zu dem 65 Verdampfer in der nächsten Position, ein wärmeabgebendes Gebläse 6, eine Flüssigkeitsfließleitung 9, in der die Flüssigkeit, die von der Flüssigkeitsausstoßöffnung 4 ausgestoßen wurde, fließt, ein Reser-

voirbehälter 10 zur Einstellung der Menge an Flüssigkeit, eine Leitung 11 zur Einstellung der Flüssigkeitsmenge, die den Reservoirbehälter 10 mit der Flüssigkeitsausstoßöffnung 4 eines Verdampfers in der letzten Position verbindet, ein Steuerventil 12 zur Steuerung einer Flüssigkeitsmenge und Pfeile 22 und ein Pfeil 23, die die Flüssigkeitsflüsse anzeigen.

Innerhalb der Schleife, die durch die Dampfleitung 5, den Verflüssiger 7, die Flüssigkeitsversorgungsleitung 8, die Flüssigkeitsflußleitung 9 und die Leitung 11 zur Anpassung einer Flüssigkeitsmenge gebildet wird, zeigt ein nicht eingefärbter Bereich den Dampffluß und den schwarzer Bereich zeigt den Flüssigkeitsfluß.

Die Verdampfer 1 in einer Vielzahl von Positionen, die Flüssigkeitsflußleitung 9, die Leitung 11 zur Anpassung einer Flüssigkeitsmenge, das Steuerventil 12 und der Reservoirbehälter 10 werden gemeinsam als Wärmeabsorber bezeichnet.

Bei dieser Ausführungsform ist jeder Verdampfer in Serie verbunden und der Verdampfer in der letzten Position ist mit dem Reservoirbehälter 10 verbunden. Eine Vielzahl von Dampfleitungen 5, die sich einzeln von einer Vielzahl von Verdampfern 1 erstrecken, sind verknüpft und mit dem Kondensator 7 verbunden. Der Kondensator 7 ist mit der Flüssigkeitsversorgungsleitung 8 verbunden, die schließlich mit dem Verdampfer in der ersten Position verbunden ist.

Bei dem Wärmeübertragungssystem der vorliegenden Erfindung ermöglicht es folglich die serielle Verbindung, daß die Vielzahl von Verdampfern 1 sich die Flüssigkeitsreservoirs und die Flüssigkeitsleitungen teilen.

Zusätzlich paßt der Reservoirbehälter, der mit dem Verdampfer in der letzten Position verbunden ist, eine Flüssigkeitsmenge an. Der Grund für die Verbindung des Reservoirbehälters mit dem Verdampfer in der letzten Position besteht darin, daß der Reservoirbehälter eine überschüssige Flüssigkeit aufnehmen soll, die die Verdampfer 1 in der ersten bis zur letzten Position nicht aufnehmen können.

Der Grund, warum die Erfindung die Reihenverbindung der Verdampfer 1 verwendet, besteht darin, daß die serielle Verbindung theoretisch effektiver ist in Bezug auf die Verhinderung des Austrocknens, als die parallele Verbindung.

Da, wie oben erläutert, die Kapillarkraft der parallelen Verbindung begrenzt ist, ergibt sich in dem System, das nicht fähig ist, gleichmäßig die Flüssigkeit zu übertragen, ein Problem, wenn der Heizwert hoch Wert.

Da die Verdampfer 1 in der ersten Position und derjenige in der zweiten Position nicht miteinander zusammen arbeiten, um die Kapillarkraft zu erhöhen, muß theoretisch jeder Verdampfer die Flüssigkeit lediglich mit seiner eigenen Kapillaranziehung übertragen.

Im Falle der Verbindung in Reihe tragen andererseits die Kapillarkräfte, die in dem Verdampfer in der zweiten Position und demjenigen in der dritten Position erzeugt werden, beide zu der Kapillarkraft des Verdampfers in der ersten Position bei. Folglich können die Verdampfer 1 in der zweiten und in der dritten Position wie Pumpen arbeiten und der erste Verdampfer kann eine größere Kapillaranziehung aufweisen, als im Falle der parallelen Verbindungen.

Daher können die Verdampfer 1 in der seriellen Verbindung sogar große Flüssigkeitsmengen übertragen. Folglich ist die serielle Verbindung theoretisch der parallelen Verbindung überlegen und die serielle Verbindung kann höhere zulässige Heizwerte bis zum Austrocknen verkraften als die parallele Verbindung, weshalb diese Erfindung die serielle Verbindung der Verdampfer 1 verwendet.

Als nächstes wird der Verdampfer der vorliegenden Erfindung erläutert.

Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt durch den Verdampfer.

Eine Beschreibung der mit Zahlen versehenen Bestandteile, die in den Figuren angezeigt sind, folgt:

Eine Arbeitsflüssigkeit 13 in flüssiger Phase, ein Flüssigkeitsreservoir 14 zur Aufnahme der Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, eine erste Dichtschicht 15 (Geflecht) mit einer porösen Struktur, eine zweite Dichtschicht 16 mit einer Porengröße, die von derjenigen der ersten Dichtschicht verschieden ist, einen Dampfkanal 17, in dem der Dampf fließt, einen Behälter 18 des Verdampfers und Pfeile 19, die die Richtung der Wärme anzeigen, die in der Wärmeerzeugungseinheit erzeugt wird.

Der Grund für die Verwendung zweier Arten von Dicht(Gewebe)Schichten besteht darin, daß die Durchlässigkeit der Flüssigkeit erhöht wird, es funktioniert jedoch auch ein lediglich einschichtiger Dicht.

Als nächstes wird eine Funktion des Verdampfers beschrieben. Wie der Pfeil 19 in Fig. 3 anzeigt, durchdringt die Wärme, die in der Wärmerzeugungseinheit erzeugt wird, den Behälter 18 des Verdampfers und verdampft die Arbeitsflüssigkeit 13 in flüssiger Phase, die durch die zweite Dichtschicht 16 mittels des Effektes der Kapillarkraft der ersten Dichtschicht 15 und der zweiten Dichtschicht 16 dringt.

Die verdampfte Arbeitsflüssigkeit bewegt sich zu dem Dampfkanal 17 in der Richtung parallel zu einem Pfeil 20, tritt durch eine Dampfausstoßöffnung 2 in die Dampfleitung 5 aus und erreicht den Kondensator 7 wie in Fig. 1 erläutert.

Der Dampf entläßt die Wärme und wird bei dem Kondensator 7 kondensiert. Die Arbeitsflüssigkeit 13 in flüssiger Phase fließt in der Flüssigkeitszuführleitung 8 in der Richtung parallel zu dem Pfeil 21 und kehrt durch die Flüssigkeitszuführöffnung 3 zu dem Verdampfer zurück.

Wie in Fig. 3 gezeigt, wird eine bestimmte Menge der Arbeitsflüssigkeit 13 in flüssiger Phase in dem Flüssigkeitsreservoir 14 aufgenommen und der Rest fließt durch die Flüssigkeitsausstoßöffnung 4 in die Flüssigkeitsflußleitung 9 aus.

Wie ein Pfeil 22 andeutet, fließt als nächstes die Flüssigkeit in den Verdampfer in der zweiten Position. Auch bei dem Verdampfer der zweiten Stellung wird eine bestimmte Menge an Flüssigkeit in sein Flüssigkeitsreservoir 14 aufgenommen und der Rest fließt in den Verdampfer in der nächsten Position.

Dementsprechend wird die Flüssigkeit, die den Verdampfer in der letzten Position erreicht, in dem Flüssigkeitsreservoir des Verdampfers der letzten Position aufgenommen.

Eine überschüssige Menge an Flüssigkeit, die der Verdampfer in der letzten Position nicht aufnehmen kann, wird in dem Reservoirbehälter 10 durch die Leitung 11 zur Anpassung einer Flüssigkeitsmenge aufgenommen.

Der Reservoirbehälter 10 paßt eine Menge an Flüssigkeit an, die durch das System fließt und zu diesem Zweck ist der Reservoirbehälter mit dem Verdampfer in der letzten Position verbunden.

Es ist effizient, wenn das Flüssigkeitsreservoir der letzten Position größer ist als dasjenige der anderen Positionen, um die überschüssige Menge an Flüssigkeit zu verringern.

Wenn die Flüssigkeitsmenge in jedem Flüssigkeitsreservoir unzureichend wird, wird das Steuerventil 12 so betrieben, daß es die Flüssigkeit, die in dem Reservoirbehälter aufbewahrt wird, dem Verdampfer in der letzten Position, wie durch Pfeil 23 angedeutet, zuführt, so daß es möglich ist, die Flüssigkeitsmenge in jedem Flüssigkeitsreservoir zu vergrößern, indem die Menge an Flüssigkeit, die durch das System fließt, vergrößert wird. Im Falle, daß der Heizwert gleich bleibt und die verbrauchte Menge an Flüssigkeit in dem Flüssigkeitsreservoir 14 vorhergesagt wird, kann die Einstellung einer periodischen Versorgung von Flüssigkeit

von dem Reservoirbehälter 10 einen Mangel an Flüssigkeit vermeiden.

Aufgrund der Reihenverbindung der Verdampfer 1 ist das System der vorliegenden Erfindung theoretisch wirksam gegen Austrocknen und es weist auch eine einfache Struktur und geringe Herstellungskosten auf. Der Reservoirbehälter, der die überschüssige Flüssigkeitsmenge aufnimmt, ermöglicht eine ausreichende Verteilung der Flüssigkeit, um eine ausreichende Menge an Flüssigkeit in dem Flüssigkeitsreservoir zu gewährleisten und folglich kann das Risiko des Austrocknens vermieden werden.

Da weiterhin die Flüssigkeit von dem Reservoirbehälter zur Verfügung gestellt wird, werden die Verdampfer 1 angehalten, korrekt ohne Austrocknung zu arbeiten.

### Ausführungsform 2

**Fig. 4** erläutert eine schematische Ansicht des Systems dieser Ausführungsform.

Die Beschreibung der mit Zahlen versehenen Bestandteile folgt:  
Ein Reservoirbehälter 10a geringer Größe, ein Reservoirbehälter 10b mittlerer Größe, ein Reservoirbehälter 10c großer Größe, ein Meßsensor 24 für Flüssigkeitsmengen zur Messung der Flüssigkeitsmenge, die in dem Flüssigkeitsreservoir aufgenommen ist, ein Dampfanschlußventil 25, um die Vereinigung von Dampfströmen zu vergleichmäßigen.

Die Komponenten 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 20, 21, 22, 23 und 26 sind dieselben wie diejenigen der Ausführungsform 1. Die Ausführungsform 2 führt ein von der Ausführungsform 1 verschiedenes Verbindungsmaß der Verdampfer 1 ein, um eine andere Variante darzustellen.

Die Verdampfer 1 in einer Vielzahl von Positionen, die Flüssigkeitsfließleitung 9, die Leitung 11 zur Anpassung einer Flüssigkeitsmenge, das Steuerventil 12 und der Reservoirbehälter 10 werden gemeinsam Wärmeabsorber genannt.

Das System, das in der Ausführungsform 1 beschrieben wurde, ist für eine Anwendung geeignet, bei der der Heizwert unverändert bleibt und der Flüssigkeitsverbrauch in dem Flüssigkeitsreservoir geschätzt werden kann, die Ausführungsform 2 bezieht sich jedoch auf eine Anwendung, bei der sich der Heizwert so drastisch ändert, daß eine häufige Anpassung der Flüssigkeitsversorgung erforderlich ist.

Wenn ein Heizwert der Wärmeerzeugungseinheit sich plötzlich ändert, kann das System nicht einen entsprechenden Zyklus aus Verdampfung → Kondensation → Flüssigkeitsversorgung → Verdampfung aufrechterhalten. Wenn der Heizwert sich plötzlich erhöht, überschreitet folglich die Verdampfungsgröße die Menge an Flüssigkeitsversorgung und das Flüssigkeitsreservoir kann austrocknen. Wenn andererseits der Heizwert sich plötzlich verringert, kann andererseits das Flüssigkeitsreservoir überfließen. Daher ist es nötig, die Menge an Flüssigkeit in dem Flüssigkeitsreservoir ständig zu messen und automatisch die Flüssigkeitsmenge in dem Flüssigkeitsreservoir in Übereinstimmung mit einem gemessenen Ergebnis einzustellen.

Bei dieser Ausführungsform bestimmt der Meßsensor 24 für Flüssigkeitsmengen die Flüssigkeitsmenge in dem Flüssigkeitsreservoir zu jedem Zeitpunkt und auf der Grundlage des gemessenen Ergebnisses des Sensors wird die Flüssigkeit, die in den Reservoirtanks aufgenommen ist, dem System zur Verfügung gestellt.

Als nächsten wird der Betrieb des Systems erklärt werden.

Als erstes mißt der Meßsensor 24 für Flüssigkeitsmengen die Flüssigkeitsmenge in dem Flüssigkeitsreservoir des Verdampfers.

Bei dieser Ausführungsform wird angenommen, daß der Meßsensor 24 für Flüssigkeitsmengen ein Drucksensor oder ein Wärmesensor ist, es kann jedoch jeder Sensor verwendet werden, so lange er die Flüssigkeitsmenge in dem Flüssigkeitsreservoir bestimmen kann.

Der Grund für die Verwendung des Drucksensors besteht darin, daß die Flüssigkeitsmenge durch Messung des Flüssigkeitsdruckes bestimmt werden kann. Der Grund für die Verwendung eines Wärmesensors besteht darin, daß die Flüssigkeitsmenge durch Messung der Temperatur innerhalb des Flüssigkeitsreservoirs bestimmt werden kann. Denn die Temperatur in dem Flüssigkeitsreservoir steigt an, wenn lediglich eine geringe Flüssigkeitsmenge in dem Flüssigkeitsreservoir aufgrund eines Fortschreitens der Verdampfung übrig ist, so daß die Flüssigkeitsmenge in dem Flüssigkeitsreservoir bestimmt werden kann, wenn eine Beziehung zwischen der Flüssigkeitsmenge und der Temperatur vorbereitend untersucht wurde.

Bei dieser Ausführungsform ist der Meßsensor für Flüssigkeitsmengen so angeordnet, daß er die Flüssigkeitsmenge mißt, die in dem Flüssigkeitsreservoir des Verdampfers in der ersten Position aufgenommen ist. Der Meßsensor für Flüssigkeitsmengen kann jedoch nach Wahl angeordnet werden in Abhängigkeit von dem Layout des Systems. Es ist beispielsweise möglich, den Meßsensor für Flüssigkeitsmengen mit der Vielzahl von Verdampfern 1 oder lediglich mit dem Verdampfer in der letzten Position zu verbinden.

Das gemessene Ergebnis des Meßsensors für Flüssigkeitsmengen wird beständig zu einer Steuereinheit (in Fig. 4 nicht dargestellt) übertragen. Wenn die Steuereinheit erfaßt, daß die Flüssigkeitsmenge ungenügend ist, bedient die Steuereinheit das Steuerventil 12, um die Flüssigkeit in dem Reservoirtank dem System zuzuführen.

In Abhängigkeit von dem Grad des Mangels an Flüssigkeit wählt die Steuereinheit einen Reservoirbehälter aus den drei Reservoirbehältern, nämlich dem Reservoirbehälter 10a geringer Größe, dem Reservoirbehälter 10b mittlerer Größe und dem Reservoirbehälter 10c großer Größe, aus.

Je größer der Heizwert der Wärmeerzeugungseinheit desto kritischer ist beispielsweise der Mangel. Daher muß der Reservoirbehälter 10c mit großer Größe ausgewählt werden, um eine große Flüssigkeitsmenge zur Verfügung zu stellen.

Wenn der Heizwert hoch ist, schreitet die Verdampfung und der Flüssigkeitsverbrauch pro Zeiteinheit in den Verdampfern 1 rasch voran und weiterhin ist in dem Kondensator 7 der Dampf so heiß, daß es Zeit braucht, um ihn herunterzukühlen (d. h. die Zeit, in der er Dampf ist, ist lang, und die Zeit, in der er Flüssigkeit ist, ist kurz), folglich ist die Menge an Flüssigkeitsversorgung pro Zeiteinheit ungenügend.

Daher mangelt es dem Flüssigkeitsreservoir ernsthaft an Flüssigkeit, so daß der Reservoirbehälter 10c mit großer Größe ausgewählt wird, um eine große Flüssigkeitsmenge zur Verfügung zu stellen.

Daraufhin fließt die Flüssigkeit in dem Reservoirbehälter durch die Leitung 11 zur Anpassung der Flüssigkeitsmenge in Richtung parallel zu dem Pfeil 23 und die Flüssigkeit wird in dem Flüssigkeitsreservoir in der letzten Position aufgenommen. Später wird eine zusätzliche Flüssigkeit an die Flüssigkeitsreservoirs der anderen Verdampfer 1 durch den Prozeß der Verdampfung und Kondensation verteilt.

Bei dieser Ausführungsform ist der Zyklus des Verdampfers, Kondensierens und der Rückkehr der Flüssigkeit zu dem Verdampfer derselbe wie derjenige in der Ausführungsform 1.

Da das System der vorliegenden Erfindung die Menge an Flüssigkeit in dem Flüssigkeitsreservoir zu jeder Zeit mißt und automatisch die Flüssigkeit, die in dem Reservoirbehäl-

ter enthalten ist, zur Verfügung stellt, tritt kein Austrocknen auf.

Als nächstes wird das Dampfverbindungsventil erklärt.

**Fig. 7A** beschreibt ein herkömmliches Querstromventil 27 und seinen Dampfstrom 20. **Fig. 7B** zeigt das Dampfverbindungsventil 25 der vorliegenden Erfindung und seinen Dampffluß 20. Im Falle, daß das herkömmliche Querstromventil 27 verwendet wird, verhindert eine Überflutung, die bei einer Vereinigung von Dampfströmen beobachtet wird, einen gleichmäßigen Dampfstrom, da die Dampfströme einander kreuzen.

Das Dampfverbindungsventil 25 der vorliegenden Erfindung realisiert einen gleichmäßigen Dampfstrom und es verringert weiterhin einen Druckabfall, indem eine Dampfleitung mit den anderen unter einem spitzen Winkel in Richtung der Dampfvereinigungsrichtung vereinigt wird. Im Ergebnis verringert das Dampfvereinigungsventil den Druckabfall des gesamten Systems und die maximale Wärmeübertragungsfähigkeit nimmt folglich zu.

Wie in **Fig. 4** gezeigt, wird die Bohrungsgröße der Dampfleitung graduell erweitert, wenn eine Dampfleitung die anderen trifft. Die Menge an Dampf, der in der Dampfleitung fließt, vergrößert sich, wenn eine Dampfleitung sich mit den anderen vereinigt. Daher wird ein gleichmäßiger Dampfstrom bewirkt, indem die Bohrungsgröße der Dampfleitung graduell verbreitert wird, wenn eine Dampfleitung auf die anderen trifft.

#### Ausführungsform 3

Es wird angenommen, daß die Systeme der Ausführungsformen 1 und 2 horizontal angeordnet werden (d. h. in Richtung senkrecht zur Schwerkraft), eine Modifikation der Verbindung der Verdampfer 1 ermöglicht es jedoch, das System senkrecht anzurichten (d. h. in der Richtung horizontal zur Schwerkraft).

**Fig. 5** erläutert den Verdampfer in der ersten Position, der zum besseren Verständnis teilweise aufgeschnitten ist und seine vereinfachte innere Struktur.

Die Struktur und die Funktion des Verdampfers dieser Ausführungsform sind in dieselbe wie in Ausführungsform 1 mit der Ausnahme des Verbindigmusters.

Die Flüssigkeitszuführöffnung 3 und die Flüssigkeitsausgabeöffnung 4 sind am unteren Ende des Verdampfers angeordnet und die Flüssigkeitsausgabeöffnung 4 des Verdampfers in der ersten Position ist mit der Flüssigkeitsversorgungsöffnung 3 des Verdampfers in der zweiten Position über die Flüssigkeitsstromleitung 9 verbunden. Das Niveau der Flüssigkeit muß immer höher sein als die Spitze der beiden Flüssigkeitsversorgungsleitungen 8 und der Flüssigkeitsstromleitung 9.

Mit diesem Verbindigmuster kann das System arbeiten, selbst wenn es senkrecht angeordnet wird.

Insbesondere besitzt die Erfindung den Vorteil, daß sie zu einem flexiblen Systementwurf beiträgt.

Solange die Flüssigkeitsausgabeöffnung 4 eines Verdampfers mit der Flüssigkeitsversorgungsöffnung 3 des Verdampfers in der nächsten Position verbunden ist, kann jedes Verbindigmuster angewandt werden in Abhängigkeit von der Systemkonfiguration.

#### Ausführungsform 4

Diese Ausführungsform zeigt eine Anwendung des Wärmeübertragungssystems der vorliegenden Erfindung zur Kühlung eines Motors.

**Fig. 8A** ist eine Vorderansicht des Motors unter Verwendung der Verdampfer 1. **Fig. 8B** ist eine seitliche Ansicht.

In diesen Figuren bezeichnet 30 den Motor, 31 ein Motorgehäuse, 1, 5 und 9 sind dieselben wie diejenigen in der Ausführungsform 1.

Die Verdampfer 1, die in das Motorgehäuse eingesetzt sind, sind miteinander über die Flüssigkeitsstromleitungen 9 verbunden. Da der Verdampfer in der letzten Position mit dem Reservoirbehälter 10, der in den **Fig. 8A** und **8B** nicht gezeigt ist, verbunden ist, ist es möglich, die Menge an Flüssigkeit in dem Flüssigkeitsreservoir jedes Verdampfers einzustellen.

Die Dampfleitung jedes Verdampfers, die sich von dem einen Ende des Motors zu dem anderen Ende des Motors erstreckt, überträgt den Dampf zu dem Kondensator 7, wie es durch einen Pfeil angedeutet wird.

15

#### Ausführungsform 5

Diese Ausführungsform zeigt eine Anwendung des Wärmeübertragungssystems der vorliegenden Erfindung zum Kühlen eines künstlichen Satelliten.

Die **Fig. 9A** und **9B** zeigen schematische Ansichten des künstlichen Satelliten, der das Wärmeübertragungssystem verwendet.

Die Bestandteile 1, 5, 7, 8, 9, 11, 19, 20, 21 und 22 sind dieselben wie diejenigen in der Ausführungsform 1.

Die Bestandteile 10a, 10b und 10c sind dieselben wie diejenigen in der Ausführungsform 2.

In **Fig. 9B** bezeichnet 32 ein Gehäuse des künstlichen Satelliten.

Das System in dieser Ausführungsform soll die Wärme abstrahlen, indem Verdampfer 1 auf der Seite angeordnet sind, die der Sonne gegenüberliegt und durch die Sonne erwärmt wird, wie durch den Pfeil 19 bezeichnet, und indem der Kondensator 7 an der Wand angeordnet ist, die im Schatten liegt.

Die Struktur und die Funktion des Systems sind dieselbe wie diejenigen in der Ausführungsform 1.

**Fig. 9B** zeigt die Verdampfer 1 auf einer Bodenwand und den Kondensator 7 auf einer Vorderwand, bei der praktischen Anwendung befinden sich jedoch die Verdampfer 1 beide auf der oberen und unteren Wand und der Kondensator 7 sowohl auf der Vorderwand als auch auf der Rückwand, wodurch 2 Wärmetransportsysteme eingerichtet werden.

45

#### Ausführungsform 6

**Fig. 7** zeigt eine schematische Ansicht einer Anwendung des Wärmetransportsystems der vorliegenden Erfindung zur Kühlung eines Computers. In **Fig. 10** bezeichnet 33 ein Gehäuse des Computers. Die Bestandteile 1, 5, 7, 8, 9, 11, 19, 20, 21 und 22 sind dieselben wie diejenigen in der Ausführungsform 1.

Im Falle eines Mehr-Prozessor-Systems, das aus einer Vielzahl von CPU's (zentrale Verarbeitungseinheit) besteht, ist es notwendig, jeden Verdampfer über jeder der CPU's anzurichten und es ist möglich, das Wärmeübertragungssystem der Erfindung anzuwenden.

Insbesondere sind die Forderungen nach einer Verkleinerung der Personalcomputer stark, so daß das System der vorliegenden Erfindung nützlich ist, um die Größe und das Gewicht von Personalcomputern zu verkleinern.

Die Struktur und die Funktion sind dieselben wie diejenigen, die in Ausführungsform 1 beschrieben wurden.

65

#### Ausführungsform 7

**Fig. 6** zeigt ein Flußdiagramm eines Wärmeübertra-

gungsverfahrens der vorliegenden Erfindung und erläutert dasselbe Verfahren wie dasjenige des Wärmeübertragungssystems, das in der Ausführungsform 1 (Fig. 1) erklärt wurde.

In Schritt S1 wird Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase an einen Verdampfer gegeben. In Schritt S2 wird die zugeführte Flüssigkeit in dem Flüssigkeitsreservoir des Verdampfers aufgenommen. In Schritt S3 wird die Flüssigkeit durch die Wärme, die der Verdampfer empfängt, verdampft. Daraufhin wird in Schritt S4 der verdampfte Dampf aus dem Verdampfer ausgestoßen. In Schritt S5 wird der aus dem Verdampfer ausgestoßene Dampf durch Mittel zur Kondensation und Verflüssigung zu Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase.

In Schritt S6 wird die kondensierte Arbeitsflüssigkeit wieder dem Verdampfer zugeführt. In Schritt S7 wird die dem Verdampfer zugeführte Flüssigkeit wieder in das Flüssigkeitsreservoir des Verdampfers aufgenommen. Während eine bestimmte Menge an Flüssigkeit, die in dem Flüssigkeitsreservoir aufgenommen ist, zu dem Flüssigkeitsausgangschnitt von S8 übergeht, begibt sich der Rest zu dem Verdampfungsschritt von S3 und wiederholt die Schritte S4 bis S7. In Schritt S8 wird eine bestimmte Menge an Flüssigkeit, die in dem Flüssigkeitsreservoir enthalten ist, aus dem Verdampfer ausgegeben.

Das Wärmeübertragungsverfahren ist mit den Schritten, die oben beschrieben wurden, beendet.

Gemäß der Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung und ungleich dem herkömmlichen System besitzt die Erfindung den Vorteil, daß die Konfiguration einfach, klein, leichtgewichtig und kostengünstig ist, da die vorliegende Erfindung keine zusätzlichen Vorrichtungen, wie beispielsweise Pumpen zur Vergleichmäßigung der Flüssigkeitsversorgung, ein zusätzliches Flüssigkeitsreservoir und ein Heizelement zur Einstellung des Druckes benötigt.

Obendrein ermöglicht es die Erfindung, die Anwendung von FLHP auf die Kühlung in verschiedenen Geräten auszudehnen.

Gemäß Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung ist das System der vorliegenden Erfindung, das eine Reihenverbindung von Verdampfern verwendet, theoretisch wirksamer für die Verhinderung des Austrocknens als die Parallelverbindung des Standes der Technik.

Gemäß der Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung ermöglicht der Reservoirbehälter, der die überschüssige Menge an Flüssigkeit aufnimmt, eine ausreichende Verteilung der Flüssigkeit, um eine ausreichende Menge an Flüssigkeit in dem Flüssigkeitsreservoir zu gewährleisten und kann daher das Risiko des Austrocknens beseitigen.

Gemäß der Ausführungsform 1 der vorliegenden Erfindung arbeiten die Verdampfer ordnungsgemäß ohne Austrocknen, da der Reservoirbehälter die Flüssigkeit an die Flüssigkeitsreservoirs der Verdampfer 1 abgibt.

Gemäß der Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung verhindert die vorliegende Erfindung wirksam das Austrocknen selbst bei einer Anwendung, die eine häufige Anpassung der Flüssigkeitsmenge erfordert, da das System automatisch eine Flüssigkeitsmenge anpaßt, indem die Flüssigkeit in dem Reservoirbehälter verwendet wird auf der Grundlage der gemessenen Ergebnisse des Meßsensors für Flüssigkeitsmengen.

Gemäß der Ausführungsform 3 der vorliegenden Erfindung trägt die Erfindung zu einem flexiblen Systementwurf bei, da das System nicht nur horizontal sondern auch vertikal angeordnet werden kann.

Gemäß der Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung ist es möglich, den Druckabfall zu verringern und einen gleichmäßigen Dampfstrom zu erzielen, da mittels der

Einführung des Dampfverbindungsventils 25 eine Dampfleitung sich mit den anderen unter einem spitzen Winkel in Richtung der Dampfvereinigungsrichtung vereinigt.

Folglich verringert sich der Druckabfall des gesamten Systems und daher nimmt die maximale Wärmeübertragungsfähigkeit zu.

Gemäß Ausführungsform 2 der vorliegenden Erfindung wird der gleichmäßige Dampfstrom durch die Dampfleitung erzielt, deren Bohrungsoffnung (Bohrungsdurchmesser) sich graduell erweitert, wenn sie die anderen Dampfleitungen trifft.

Nachdem die Erfindung so beschrieben wurde, ist es offensichtlich, daß diese in vielen verschiedenen Weisen verändert werden kann. Derartige Veränderungen werden nicht als eine Abweichung von dem Geist und dem Umfang der Erfindung betrachtet und alle derartigen Modifikationen, so weit sie dem Fachmann offensichtlich sind, sollen hiermit in den Umfang der folgenden Ansprüche eingeschlossen sein.

#### Patentansprüche

1. Verdampfer zum Empfang von Wärme, die in einer Wärmeerzeugungseinheit erzeugt wurde, mit

- a) einem Flüssigkeitsreservoir zur Aufnahme von Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase;
- b) einer Flüssigkeitsversorgungsöffnung, um Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase dem Flüssigkeitsreservoir zur Verfügung zu stellen;
- c) einer Dampfausstoßöffnung zum Ausstoßen von Arbeitsflüssigkeit, die in dem Verdampfer verdampft wurde, aus dem Verdampfer; und
- d) einer Flüssigkeitsausstoßöffnung zum Ausstoßen von Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in dem Flüssigkeitsreservoir enthalten ist, aus dem Verdampfer.

2. Wärmeübertragungssystem mit einem Verdampfer zum Empfang von Wärme, die in einer Wärmeerzeugungseinheit erzeugt wurde, wobei der Verdampfer umfaßt

- a) ein Flüssigkeitsreservoir zur Aufnahme einer Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase;
- b) eine Flüssigkeitsversorgungsöffnung, um das Flüssigkeitsreservoir mit Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase zu versorgen;
- c) eine Dampfausstoßöffnung zum Ausstoßen von Arbeitsflüssigkeit, die in dem Verdampfer verdampft wurde, aus dem Verdampfer; und
- d) eine Flüssigkeitsausstoßöffnung zum Ausstoßen von Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in dem Flüssigkeitsreservoir enthalten ist, aus dem Verdampfer.

3. Wärmeübertragungssystem nach Anspruch 2, weiterhin umfassend einen Reservoirbehälter zum Einstellen der Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, wobei die Flüssigkeitsausstoßöffnung mit dem Reservoirbehälter verbunden ist.

4. Wärmeübertragungssystem nach Anspruch 3 umfassend

- a) einen Meßsensor für Flüssigkeitsmengen zum Bestimmen einer Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in dem Flüssigkeitsreservoir enthalten ist und
- b) eine Steuervorrichtung für Flüssigkeitsmengen zur Steuerung der Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in dem Flüssigkeitsreservoir enthalten ist, unter Verwendung des Reservoirbehälters aufgrund von gemessenen Daten des Meßsensors für Flüssigkeitsmengen.

5. Wärmeübertragungssystem nach Anspruch 4, wobei der Meßsensor für Flüssigkeitsmengen ein Temperatursensor oder ein Drucksensor ist.

6. Wärmeabsorber mit einer Vielzahl von Verdampfern, die in Reihe in verschiedenen Positionen verbunden sind, zum Empfang von Wärme, die durch Wärmeerzeugungseinheiten erzeugt wird, wobei jeder Verdampfer umfaßt

- a) ein Flüssigkeitsreservoir zur Aufnahme von Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase; 10
- b) eine Flüssigkeitsversorgungsöffnung, um das Flüssigkeitsreservoir mit Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase zu versorgen;
- c) eine Dampfausstoßöffnung, um Arbeitsflüssigkeit, die in dem Verdampfer verdampft wurde, aus dem Verdampfer auszustoßen; und 15
- d) eine Flüssigkeitsausstoßöffnung, um Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in dem Flüssigkeitsreservoir enthalten ist, aus dem Verdampfer auszustoßen.

7. Wärmeabsorber nach Anspruch 6, wobei die Flüssigkeitsausstoßöffnung des Verdampfers mit der Ausnahme des Verdampfers in der letzten Position mit der Flüssigkeitsversorgungsöffnung des Verdampfers der nächsten Position verbunden ist. 25

8. Wärmeabsorber nach Anspruch 6, weiterhin umfassend einen Reservoirbehälter, um die Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase einzustellen, wobei die Flüssigkeitsausstoßöffnung des Verdampfers in der letzten Position mit dem Reservoirbehälter verbunden ist. 30

9. Wärmeabsorber nach Anspruch 6, wobei die Kapazität des Flüssigkeitsreservoirs des Verdampfers in der letzten Position größer als die Kapazität des Flüssigkeitsreservoirs des Verdampfers in den anderen Positionen ist. 35

10. Wärmeabsorber nach Anspruch 8 mit

- a) einem Meßsensor für Flüssigkeitsmengen, um eine Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase zu bestimmen, die in dem Flüssigkeitsreservoir eines Verdampfers aus der Vielzahl von Verdampfern enthalten ist; und 40
- b) einer Steuervorrichtung für Flüssigkeitsmengen zur Steuerung der Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in dem Flüssigkeitsreservoir jedes Verdampfers enthalten ist, unter Verwendung des Reservoirbehälters auf der Grundlage von gemessenen Daten des Meßsensors für Flüssigkeitsmengen.

11. Wärmeabsorber nach Anspruch 10, wobei der Meßsensor für Flüssigkeitsmengen die Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase mißt, die in dem Flüssigkeitsreservoir des Verdampfers lediglich in der letzten Position enthalten ist, und die Steuervorrichtung für Flüssigkeitsmengen unter Verwendung des Reservoirbehälters die Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase steuert, die in dem Flüssigkeitsreservoir jedes Verdampfers enthalten ist, auf der Grundlage eines einzelnen gemessenen Wertes des Meßsensors für Flüssigkeitsmengen. 55

12. Wärmeabsorber nach Anspruch 20, wobei der Meßsensor für Flüssigkeitsmengen die Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase mißt, die in den Flüssigkeitsreservoirs der Vielzahl von Verdampfern enthalten ist, und die Steuervorrichtung für Flüssigkeitsmengen unter Verwendung des Reservoirbehälters die Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase steuert, die in dem Flüssigkeitsreservoir jedes Verdampfers 60

enthalten ist, auf der Grundlage einer Vielzahl von gemessenen Daten des Meßsensors für Flüssigkeitsmengen.

13. Wärmeabsorber nach Anspruch 10, wobei der Reservoirbehälter eine Vielzahl von Behältern mit unterschiedlicher Kapazitätsgröße aufweist und die Steuervorrichtung für Flüssigkeitsmengen unter Verwendung eines Behälters aus der Vielzahl von Behältern die Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase steuert, die in dem Flüssigkeitsreservoir jedes Verdampfers enthalten ist, auf der Grundlage von gemessenen Daten des Meßsensors für Flüssigkeitsmengen.

14. Wärmeabsorber nach Anspruch 10, wobei der Meßsensor für Flüssigkeitsmengen ein Temperatursensor oder ein Drucksensor ist.

15. Wärmeübertragungssystem mit einer Vielzahl von Verdampfern, die in Reihe in verschiedenen Positionen miteinander verbunden sind, zum Empfang von Wärme, die in Wärmeerzeugungseinheiten erzeugt wurde, und einem Kondensator zum Abgeben von Wärme, wobei jeder Verdampfer umfaßt

- a) ein Flüssigkeitsreservoir zur Aufnahme von Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase;
- b) eine Flüssigkeitsversorgungsöffnung zur Versorgung des Flüssigkeitsreservoirs mit Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase;
- c) eine Dampfausstoßöffnung zum Ausstoßen von Arbeitsflüssigkeit, die in dem Verdampfer verdampft wurde, aus dem Verdampfer; und
- d) eine Flüssigkeitsausstoßöffnung zum Ausstoß von Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in dem Flüssigkeitsreservoir enthalten ist, aus dem Verdampfer.

16. Wärmeübertragungssystem nach Anspruch 15, wobei die Flüssigkeitsausstoßöffnung des Verdampfers mit Ausnahme des Verdampfers in der letzten Position mit der Flüssigkeitsversorgungsöffnung des Verdampfers in der nächsten Position verbunden ist.

17. Wärmeübertragungssystem nach Anspruch 15, weiterhin umfassend einen Reservoirbehälter zur Einstellung einer Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, wobei die Flüssigkeitsausstoßöffnung des Verdampfers in der letzten Position mit dem Reservoirbehälter verbunden ist.

18. Wärmeübertragungssystem nach Anspruch 15, wobei die Kapazität des Flüssigkeitsreservoirs des Verdampfers in der letzten Position größer ist als die Kapazität des Flüssigkeitsreservoirs des Verdampfers in den anderen Positionen.

19. Wärmeübertragungssystem nach Anspruch 17 mit

- a) einem Meßsensor für Flüssigkeitsmengen zur Messung einer Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in dem Flüssigkeitsreservoir eines Verdampfers aus der Vielzahl von Verdampfern enthalten ist; und
- b) einer Steuervorrichtung für Flüssigkeitsmengen zur Steuerung unter Verwendung des Reservoirbehälters der Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die in dem Flüssigkeitsreservoir jedes Verdampfers enthalten ist, auf der Grundlage von gemessenen Daten des Meßsensors für Flüssigkeitsmengen.

20. Wärmeübertragungssystem nach Anspruch 19, wobei der Meßsensor für Flüssigkeitsmengen die Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase mißt, die in dem Flüssigkeitsreservoir des Verdampfers lediglich in der letzten Position enthalten ist, und wobei die Steuervorrichtung für Flüssigkeitsmengen unter

Verwendung des Reservoirbehälters die Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase steuert, die in dem Flüssigkeitsbehälter jedes Verdampfers enthalten ist, auf der Grundlage eines einzigen gemessenen Wertes des Meßsensors für Flüssigkeitsmengen.

5

21. Wärmeübertragungssystem nach Anspruch 19, wobei der Meßsensor für Flüssigkeitsmengen die Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase mißt, die in den Flüssigkeitsreservoirs der Vielzahl von Verdampfern enthalten ist, und wobei die Steuervorrichtung für Flüssigkeitsmengen unter Verwendung des Reservoirbehälters die Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase steuert, die in dem Flüssigkeitsreservoir jedes Verdampfers enthalten ist, auf der Grundlage einer Vielzahl von gemessenen Daten des Meßsensors für Flüssigkeitsmengen.

10

22. Wärmeübertragungssystem nach Anspruch 19, wobei der Flüssigkeitsbehälter eine Vielzahl von Behältern mit unterschiedlicher Kapazitätsgröße aufweist, und wobei die Steuervorrichtung für Flüssigkeitsmengen unter Verwendung eines Behälters aus der Vielzahl von Behältern die Menge an Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase steuert, die in dem Flüssigkeitsreservoir jedes Verdampfers enthalten ist, auf der Grundlage von gemessenen Daten des Meßsensors für Flüssigkeitsmengen.

15

23. Wärmeübertragungssystem nach Anspruch 19, wobei der Meßsensor für Flüssigkeitsmengen ein Temperatursensor oder ein Drucksensor ist.

24. Wärmeübertragungssystem nach Anspruch 15, wobei jeder Verdampfer weiterhin eine Dampfleitung umfaßt, um Dampf, der in jedem Verdampfer verdampft wurde, an den Kondensator zu geben und wobei eine Dampfleitung sich mit den anderen Dampfleitungen unter einem spitzen Winkel trifft.

35

25. Wärmeübertragungssystem nach Anspruch 15, wobei jeder Verdampfer weiterhin eine Dampfleitung umfaßt, um Dampf, der in jedem Verdampfer verdampft wurde, an den Kondensator zu geben und wobei die Bohrungsöffnungsgröße der Dampfleitung vergrößert wird, wenn eine Dampfleitung die anderen Dampfleitungen trifft.

40

26. Wärmeübertragungsverfahren unter Verwendung eines Verdampfers zum Empfang von Wärme, die in einer Wärmeerzeugungseinheit erzeugt wurde, umfasst die Schritte des

45

- a) zur Verfügung stellen von Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase für den Verdampfer;
- b) Aufnahme von Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die dem Verdampfer in dem Schritt des Zurverfügungstellens zur Verfügung gestellt wurde, in den Verdampfer;
- c) Ausstoß von Arbeitsflüssigkeit, die in dem Verdampfer verdampft wurde, aus dem Verdampfer; und
- d) Ausstoß von Arbeitsflüssigkeit in flüssiger Phase, die dem Verdampfer in dem Schritt des Zurverfügungstellens zur Verfügung gestellt und in dem Schritt des Aufnehmens in den Verdampfer aufgenommen wurde, aus dem Verdampfer.

55

60

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

Fig. 1

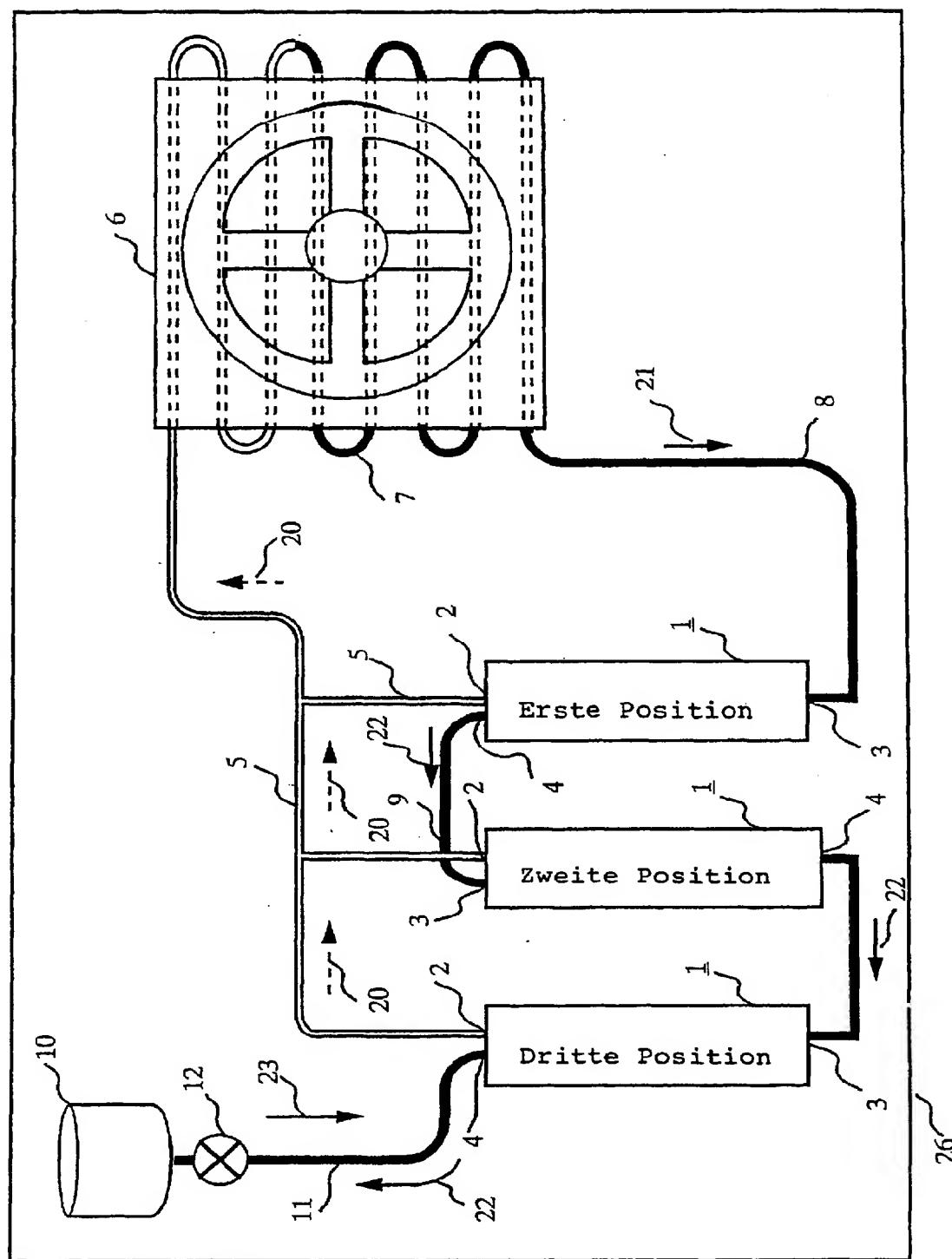


Fig. 2

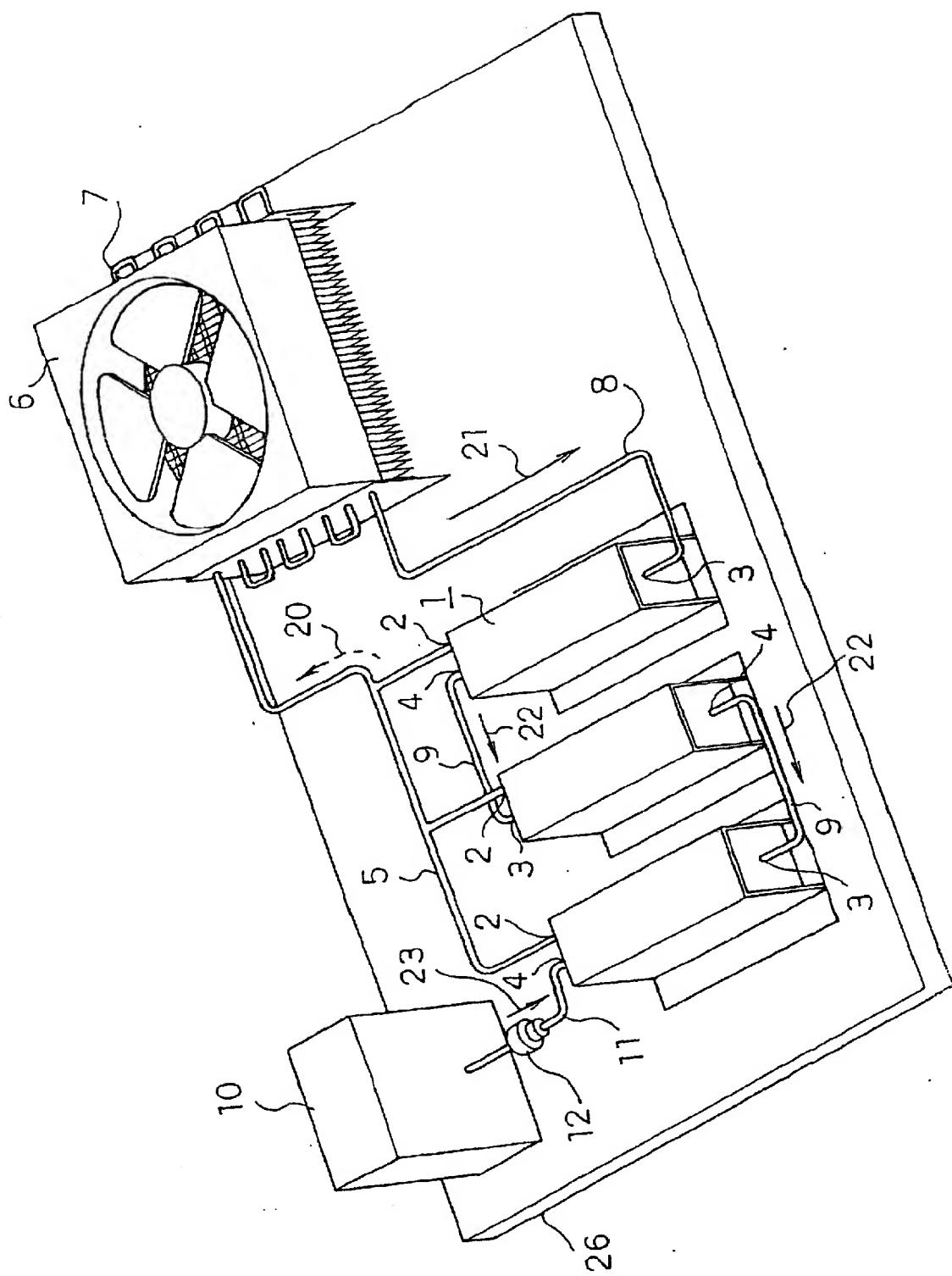


Fig.3

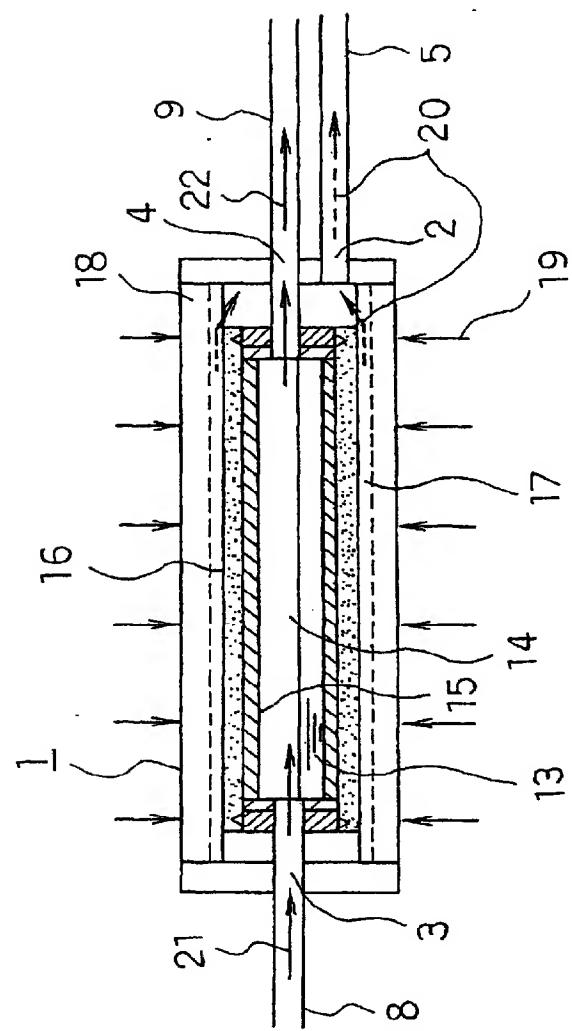


Fig.4

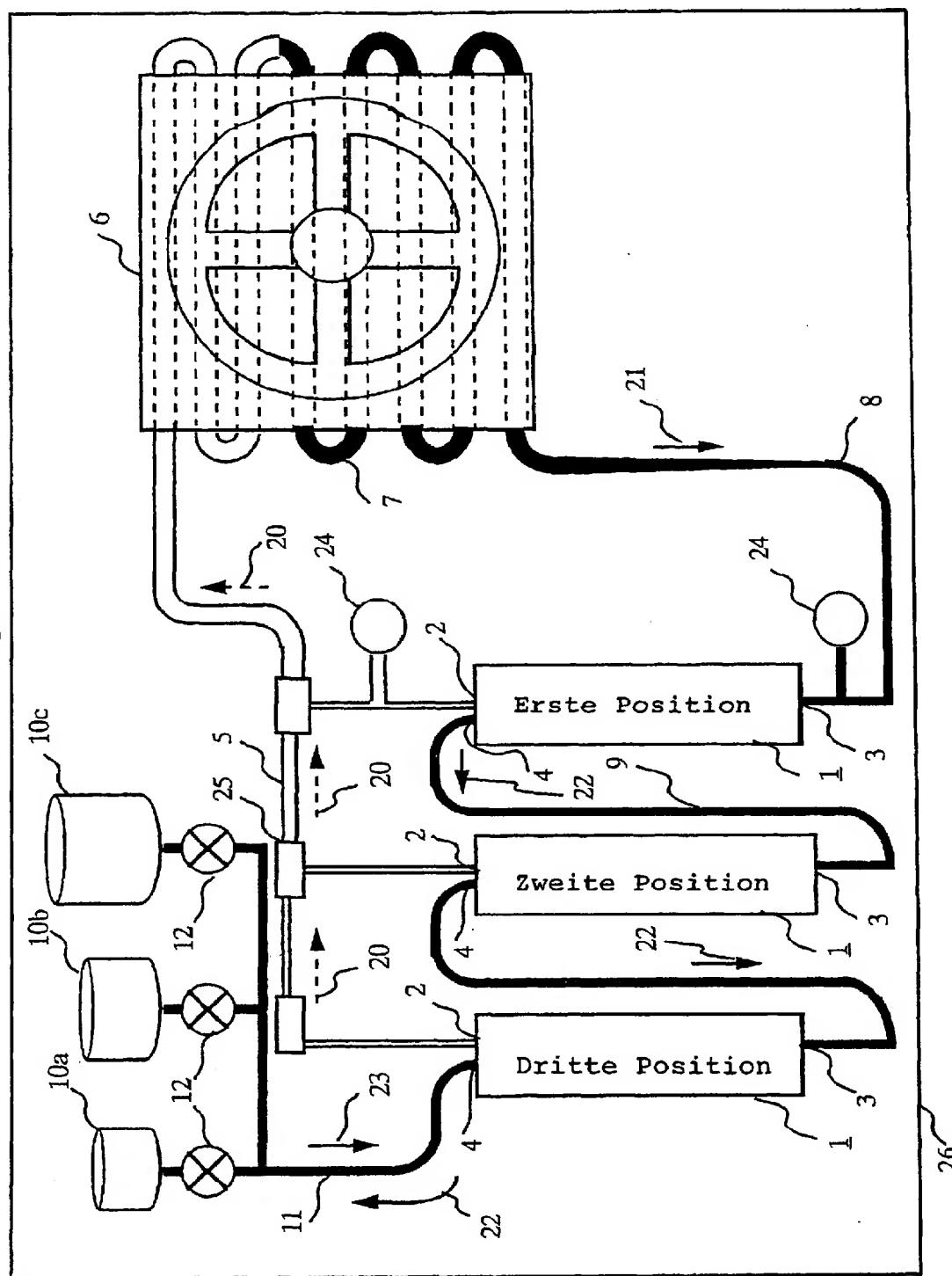


Fig.5

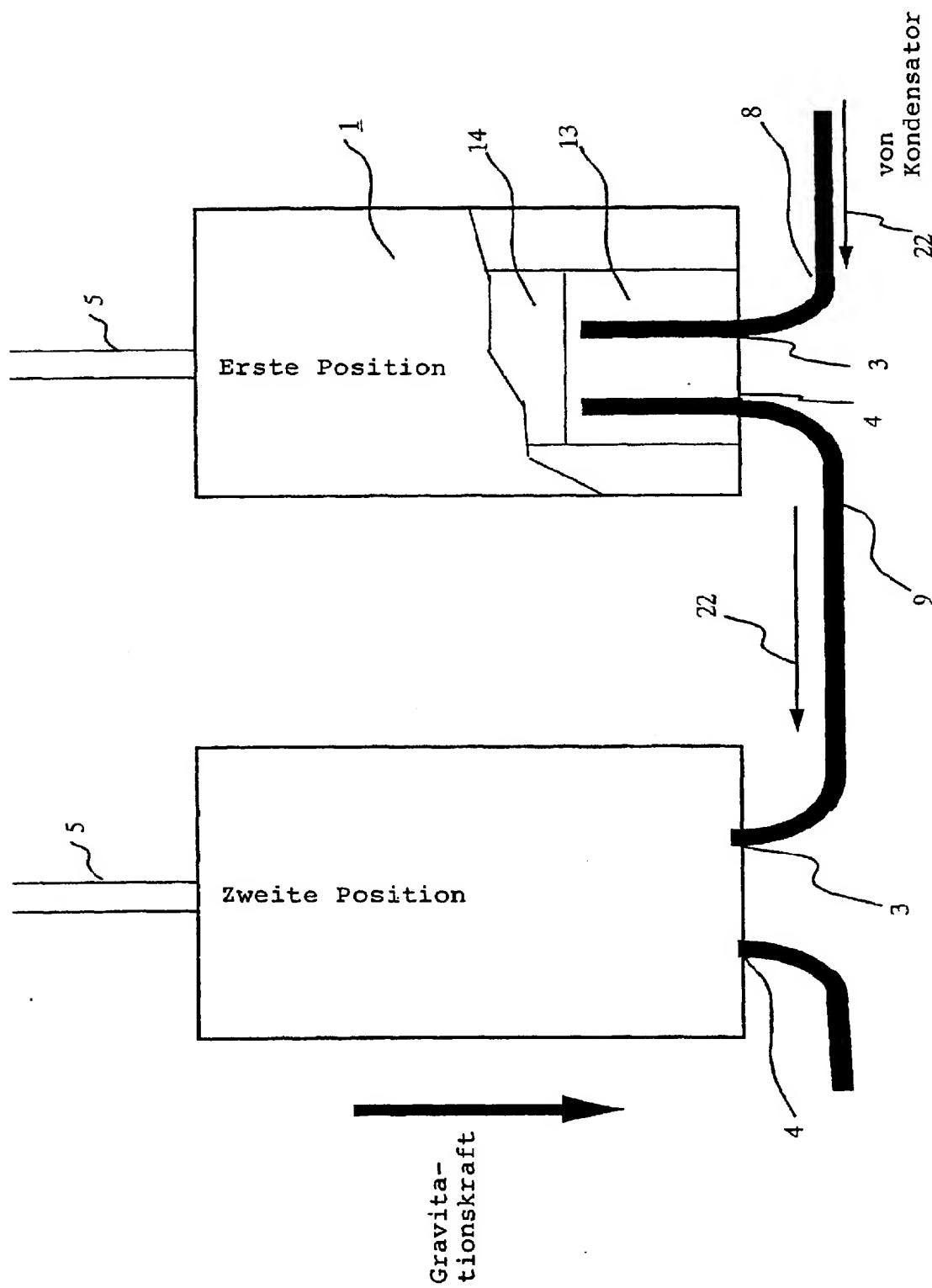


Fig.6

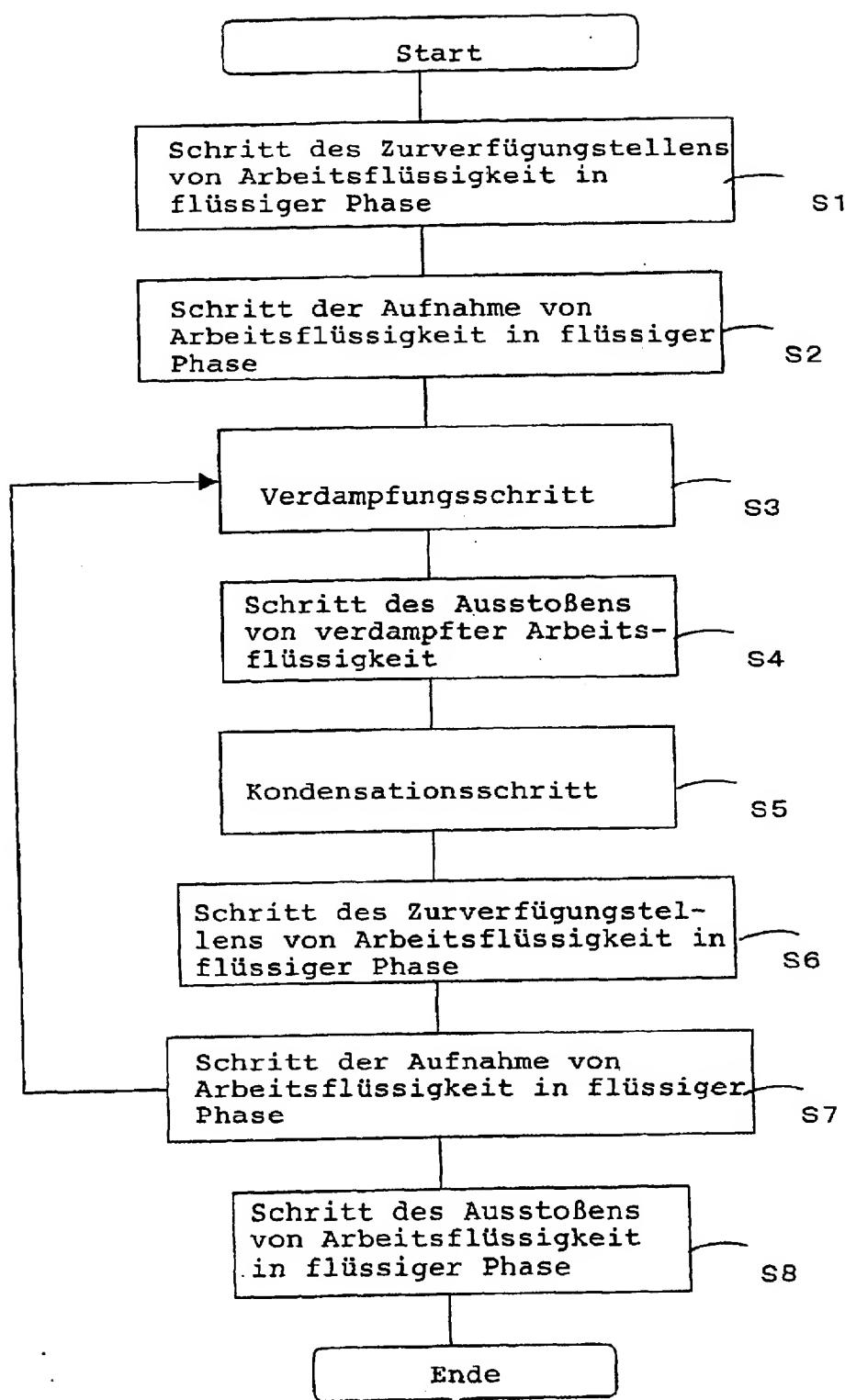


Fig. 7A

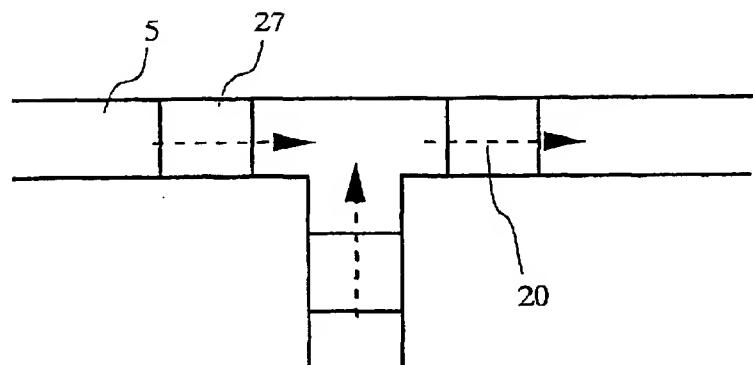


Fig. 7B

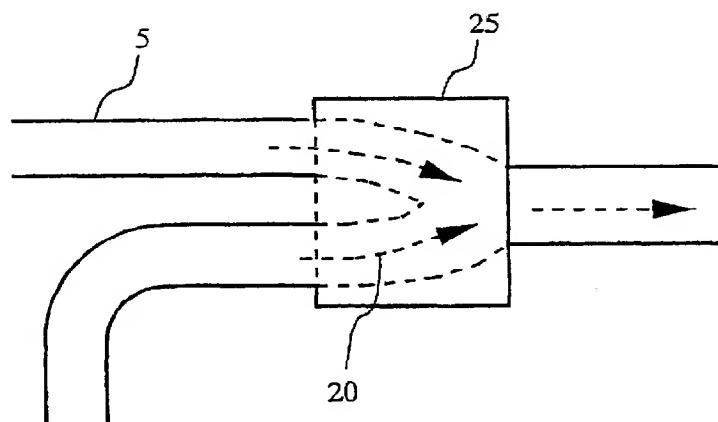


Fig. 8A

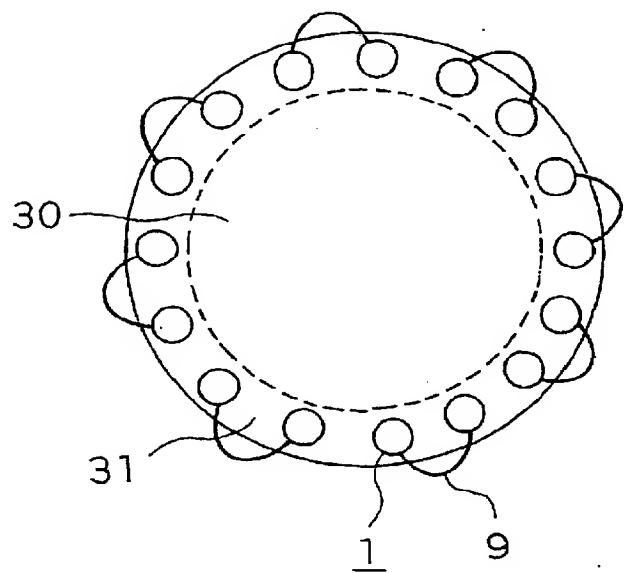


Fig. 8B

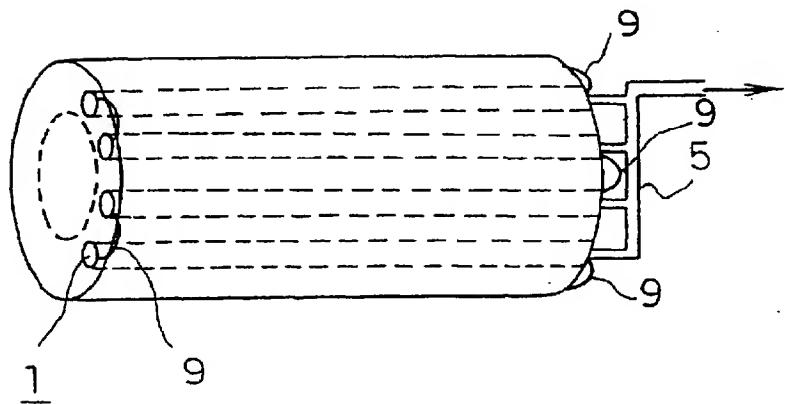


Fig.9A

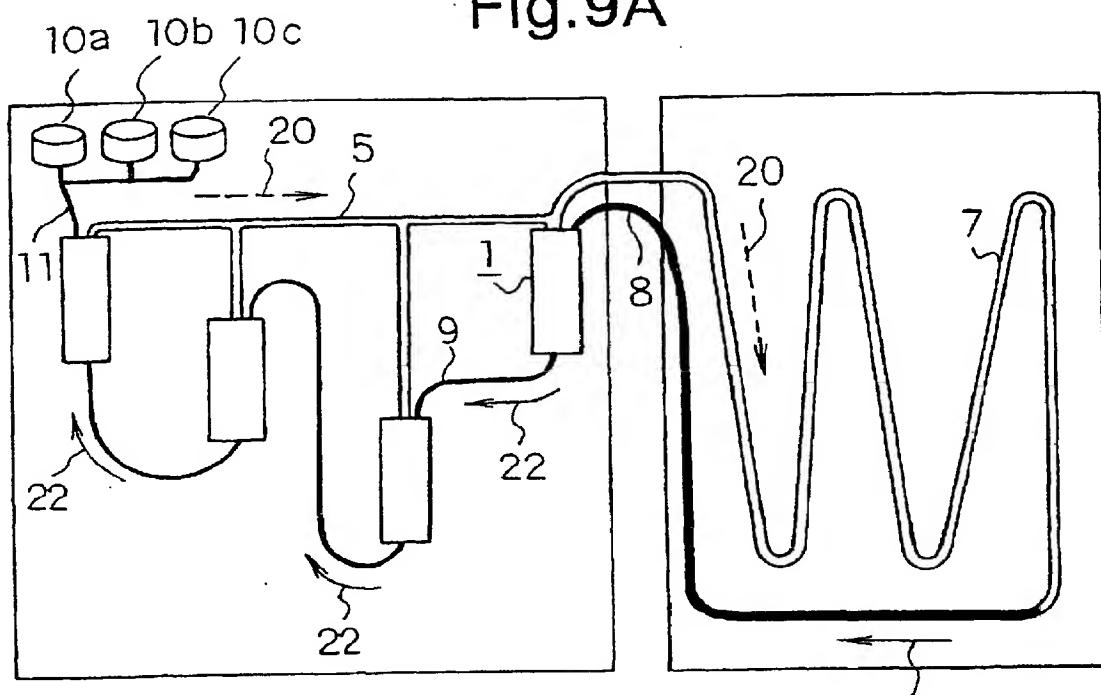


Fig.9B

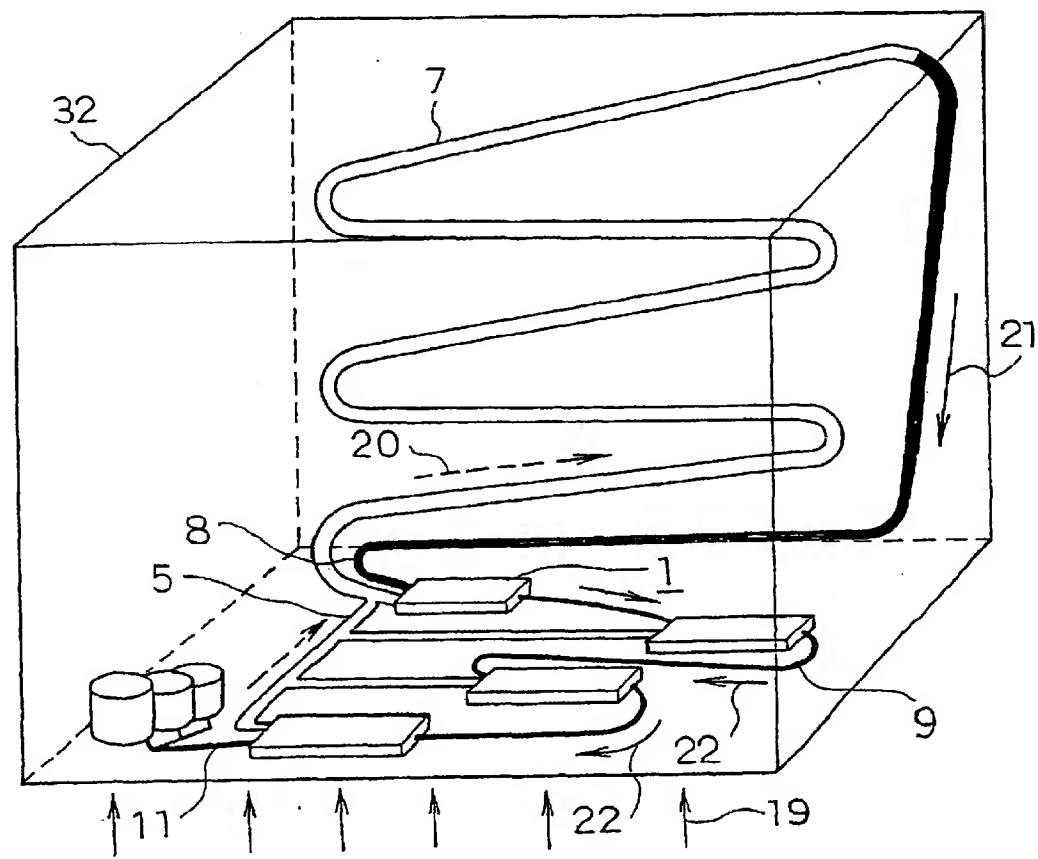


Fig.10

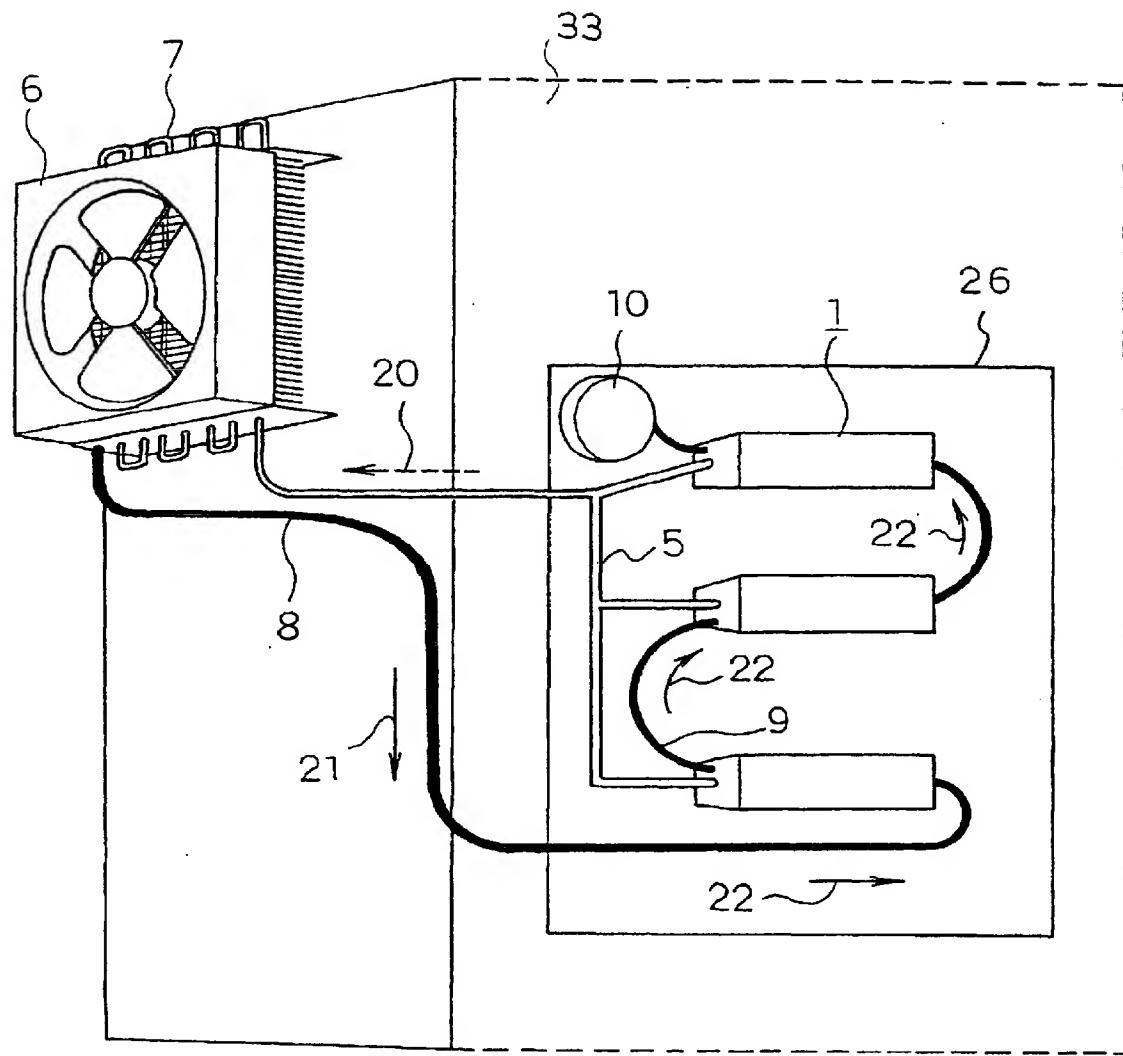


Fig. 11

